



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ-ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Παραδοτέο Π 2.3

Έκθεση αποτελεσμάτων μετρήσεων για την ποσοτική κατάσταση των υδάτων στον υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά και προτάσεις αποκατάστασης με έμφαση στα ύδατα



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ-ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ



Αύξηση της γνώσης και της ευαισθητοποίησης σχετικά με την ανασύσταση και αποκατάσταση των υγροτόπων της Αττικής

Το παρόν εκπονήθηκε από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (EKBY) στο πλαίσιο του Υποέργου 2 «Επιστημονική τεκμηρίωση οριοθέτησης, ανασύστασης/αποκατάστασης υγροτόπων της Αττικής», της Πράξης «Αύξηση της γνώσης και της ευαισθητοποίησης σχετικά με την ανασύσταση και αποκατάσταση των υγροτόπων της Αττικής». Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από τον Χρηματοδοτικό Μηχανισμό του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου 2009-2014, Πρόγραμμα «GR02-ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ».

The present report has been prepared by the Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY) in the framework of the Sub-project 2 “*Scientific documentation of delineation, restoration/rehabilitation of wetlands in Attica*” of the Act “*Improving knowledge and increasing awareness for wetland restoration in Attica Region*”. The Act was cofunded by the EEA Financial Mechanism 2009-2014, Programme “GR02-INTEGRADED MARINE AND INLAND WATER MANAGEMENT”.

Η πλήρης αναφορά στο παρόν κείμενο είναι:

Παπαδήμος, Δ. 2017. Έκθεση αποτελεσμάτων μετρήσεων για την ποσοτική κατάσταση των υδάτων στον υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά και προτάσεις αποκατάστασης με έμφαση στα ύδατα. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (EKBY). Θέρμη. 39 σελ.

This document may be cited as follows:

Papademos, D. 2017. Measurements on the quantitative status of water in the wetland of the National Park Schinias and development of rehabilitation proposals focusing on water. Greek Biotope/Wetland Centre. Thermi, Greece. 39 p.

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Παπαδήμος Δημήτριος: Γεωπόνος M.Sc. Επιστημονικός συντονισμός-Υπεύθυνος σύνταξης παραδοτέου, Υδρολογία, Εργασίες πεδίου

Αλεξανδρίδου Ευτυχία: Χημικός Μηχανικός, M. Sc., Έλεγχος κειμένων

Αποστολάκης Αντώνης: Γεωπόνος, M. Sc., κατασκευή του ψηφιακού ομοιώματος αναγλύφου του υδροτόπου

Γρηγοριάδης Φώτης: Τεχνική υποστήριξη στην οργάνωση δειγματοληψιών

Κατσαβούνη Σωτηρία: Περιβαλλοντολόγος, Συμμετοχή στη σύνταξη έκθεσης-Αξιολόγηση υδροτοπικών λειτουργιών - Διατύπωση προτάσεων

Κατσακιώρη Μαρία: Περιβαλλοντολόγος. Έλεγχος και επιμέλεια κειμένων

Κεμιτζόγλου Δήμητρα: Βιολόγος, M.Sc. Συγκέντρωση και επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων

Παπαδοπούλου Σοφία: Οργάνωση πληροφοριών - τεκμηρίωση

Τσιαούση Βασιλική: Επεξεργασία δεδομένων - Ανασκόπηση προηγούμενων μελετών-Διατύπωση προτάσεων

Φυτώκα Ελένη: Δασολόγος - Περιβαλλοντολόγος, PhD. Ανασκόπηση προηγούμενων μελετών-Διατύπωση προτάσεων

Χατζιορδάνου Ελένη: Γεωλόγος M. Sc. Οργάνωση-επεξεργασία γεωχωρικών δεδομένων (προετοιμασία δεδομένων εισόδου στο υδρολογικό ομοίωμα)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	5
1. Εκτίμηση της κατάστασης των υδάτων στον υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά	6
1.1 Μετρήσεις της ποσότητας και της ποιότητας νερού στον υγρότοπο του Σχινιά.....	6
1.2 Ανάπτυξη του υδροδυναμικού ομοιώματος του κωπηλατοδρομίου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά.	16
2. Προτεραιότητες διαχείρισης και αποκατάστασης στον υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά	29
2.1 Αξιολόγηση των λειτουργιών του υγροτόπου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά.....	29
2.2 Αξιολόγηση των τεχνικών υποδομών του κωπηλατοδρομίου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά	32
2.3 Προτάσεις διαχείρισης και αποκατάστασης στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά.....	34
Βιβλιογραφία.....	39

Εισαγωγή

Ο υγρότοπος του Σχινιά αποτελεί τη ζώνη απολύτου προστασίας Α1 του Εθνικού Πάρκου Σχινιά Μαραθώνα. Τμήματά του περιλαμβάνουν τύπους οικοτόπων του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ., ενώ αποτελεί τόπο διαχείρισης, αναπαραγωγής και περάσματος κατά τη μετανάστευση τουλάχιστον 240 ειδών ορνιθοπανίδας, πολλά από τα οποία προστατεύονται αυστηρά από την Οδηγία 147/2009/Ε.Ε. Με έκταση 4.320 στρ., αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους υγροτόπους της Νότιας Ελλάδας και τον μεγαλύτερο υγρότοπο της Αττικής.

Ο αρχικός σχεδιασμός του έργου του Ολυμπιακού Κωπηλατοδρομίου προέβλεπε ότι η μεγαλύτερη ποσότητα νερού που θα προσάγεται στις λίμνες του κωπηλατοδρομίου (μέσω καναλιού που μεταφέρει νερά της Μακαρίας Πηγής), θα υπερχειλίζει προς την περιοχή του υγροτόπου. Η τροφοδοσία αυτή του υγροτόπου με νερό θα επιτελούταν μέσω μιας σειράς υδραυλικών υποδομών οι οποίες θα κατασκευάζονταν για τον σκοπό αυτό και θα αποκαθιστούσε σε σημαντικό βαθμό τη φυσική υδραυλική λειτουργία του υγροτόπου.

Από την έναρξη λειτουργίας του κωπηλατοδρομίου έως και σήμερα, η έλλειψη διαχείρισης των προαναφερθέντων υποδομών και οι βανδαλισμοί, είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των περισσότερων και τη μη λειτουργία του συνόλου των υποδομών.

Προκειμένου να αποκατασταθεί η ομαλή τροφοδοσία, τόσο του κωπηλατοδρομίου όσο και του υγροτόπου, της Μακαρίας Πηγής με ύδατα, απαιτείται σε πρώτη φάση: α) ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας των υφιστάμενων τεχνικών υποδομών και β) ο εντοπισμός και καθορισμός των προτεραιοτήτων διαχείρισης και αποκατάστασης όσον αφορά στο υδατικό ισοζύγιο του υγροτόπου.

Προς την κατεύθυνση αυτή εντάχθηκε στο Υπόεργο 2 «Επιστημονική τεκμηρίωση οριοθέτησης, ανασύστασης/αποκατάστασης υγροτόπων της Αττικής» της Πράξης «Αύξηση της γνώσης και της εναισθητοποίησης σχετικά με την ανασύσταση και αποκατάσταση των υγροτόπων της Αττικής», το παρόν Παραδοτέο Π2.3 «Εκθεση αποτελεσμάτων μετρήσεων για την ποσοτική κατάσταση των υδάτων στο υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά και προτάσεις αποκατάστασης με έμφαση στα ύδατα».

Οι εργασίες που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο του παραδοτέου οργανώθηκαν ως ακολούθως:

1. Εκτίμηση της κατάστασης των υδάτων στον υγρότοπο του Σχινιά.
Εκτιμήθηκαν οι ποσότητες νερού οι οποίες διοχετεύονται από τη Μακαρία Πηγή προς το κωπηλατοδρόμιο και στη συνέχεια στον υγρότοπο, καθώς επίσης και τα ποιοτικά γνωρίσματά τους. Για τον σκοπό αυτό, διενεργήθηκαν μετρήσεις, όπου αυτό ήταν δυνατό και αναπτύχθηκε το υδραυλικό ομοίωμα της κίνησης του νερού από την προσαγωγό διώρυγα του κωπηλατοδρομίου έως και τον υγρότοπο.
2. Εντοπισμός και καθορισμός των προτεραιοτήτων διαχείρισης και αποκατάστασης όσον αφορά στο υδατικό ισοζύγιο του υγροτόπου.
Πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των λειτουργιών του υγροτόπου και ενσωματώθηκαν τα αποτελέσματα του Υποέργου 8 (αφορά στην αξιολόγηση των τεχνικών υποδομών διαχείρισης των υδάτων του κωπηλατοδρομίου). Με βάση τα ευρήματα των ανωτέρω εργασιών που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας, καθορίστηκαν προτάσεις με τις προτεραιότητες διαχείρισης και αποκατάστασης του υγροτόπου όσον αφορά στο υδατικό του ισοζύγιο.

1. Εκτίμηση της κατάστασης των υδάτων στον υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά

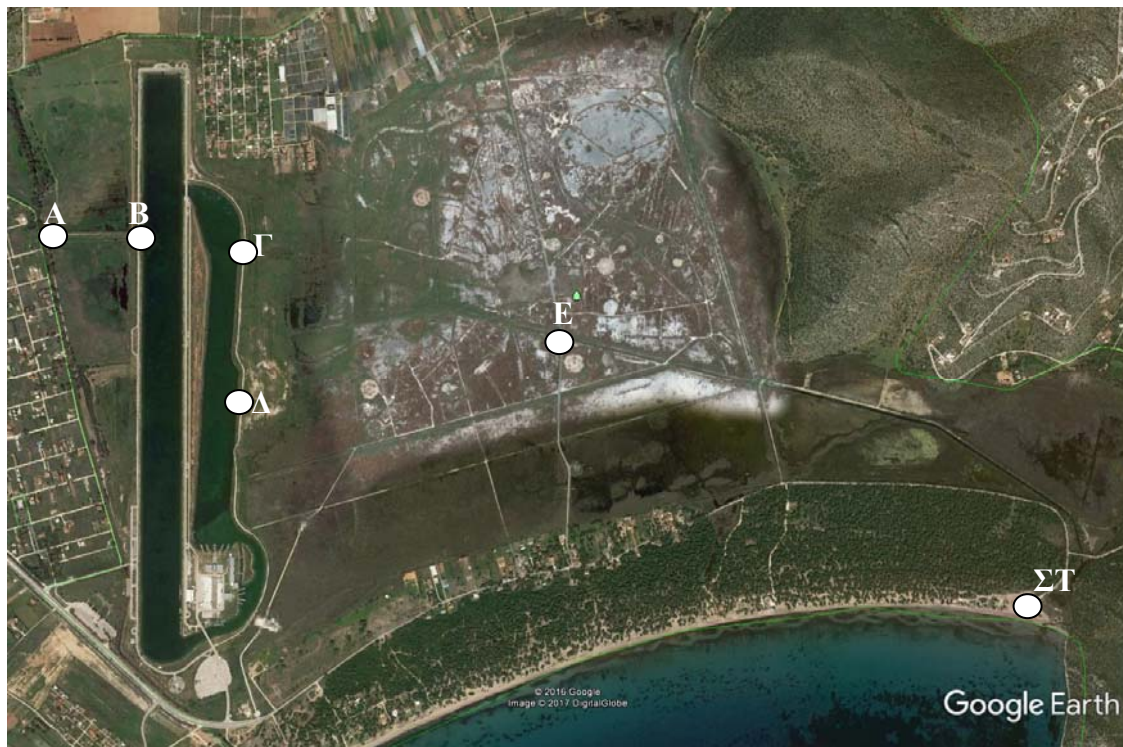
1.1 Μετρήσεις της ποσότητας και της ποιότητας νερού στον υγρότοπο του Σχινιά

Οι μετρήσεις οι οποίες είχαν προγραμματιστεί να πραγματοποιηθούν στο πλαίσιο της παρούσας είχαν ως σκοπό την εκτίμηση των ποσοτήτων νερού οι οποίες: α) διοχετεύονται από τη Μακαρία Πηγή προς το κωπηλατοδρόμιο και β) εκρέουν από το κωπηλατοδρόμιο προς τον υγρότοπο. Παρόλα αυτά, η κατάσταση των υφιστάμενων τεχνικών έργων ήταν τέτοια που δεν επέτρεπε τη διενέργεια αξιόπιστων και συνεχών μετρήσεων. Ο λόγος ήταν η σχεδόν πλήρης εγκατάλειψη ή καταστροφή τους και η κάλυψή τους με βλάστηση (κυρίως καλαμώνες), γεγονός που δεν εξασφάλιζε κρίσιμες και καθαρές διατομές για τη διενέργεια μετρήσεων, ενώ καθιστούσε την προσέγγισή τους δυσχερή.

Οι μετρήσεις οι οποίες τελικά πραγματοποιήθηκαν και περιγράφονται ακολούθως, χρησιμοποιήθηκαν για τη ρύθμιση του υδραυλικού ομοιώματος του κωπηλατοδρομίου και την έμμεση εκτίμηση των ποσοτήτων νερού οι οποίες εισέρχονται στο κωπηλατοδρόμιο και καταλήγουν τελικά στον υγρότοπο.

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των ακόλουθων παραμέτρων: α) παροχή νερού σε m^3/s , β) απόλυτο υψόμετρο στάθμης νερού σε m, γ) pH, δ) Ηλεκτρική Αγωγιμότητα σε mS/cm και στ) Διαλυμένο Οξυγόνο σε mg/l .

Οι θέσεις μέτρησης (Α, Β, Γ, Δ, Ε, ΣΤ), των ανωτέρω παραμέτρων απεικονίζονται στις Εικόνες 1 έως 5, ενώ τα δεδομένα των μετρήσεων παρατίθενται αναλυτικά ακολούθως.



ΕΙΚΟΝΑ 1. Θέσεις παρακολούθησης παραμέτρων νερού στον υγρότοπο του Σχινιά.



ΕΙΚΟΝΑ 2. Θέση (Α), μέτρησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας του κωπηλατοδρομίου στον υγρότοπο του Σχινιά.



ΕΙΚΟΝΑ 3. Θέση (B), μέτρησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων στην έξοδο της προσαγωγού διώρυγας του κωπηλατοδρομίου στον υγρότοπο του Σχινιά.



ΕΙΚΟΝΑ 4. Θέση (Γ) μέτρησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων στην έξοδο του βόρειου υπερχειλιστή του κωπηλατοδρομίου προς τον υγρότοπο του Σχινιά.



ΕΙΚΟΝΑ 5. Θέση (ΣΤ), μέτρησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων στην εκροή του υγροτόπου του Σχινιά προς τη θάλασσα.

Ημερομηνία: 30-1-2017

ΘΕΣΗ Α. Εισροή νερού από τη Μακαρία Πηγή στην προσαγωγό διώρυγα.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μολύσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.4$ m. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0.3$ m/s ενώ το βάθος ροής $y=1.1$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*v$), σε $Q=0.46$ m³/s.

Όσον αφορά την ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH=7.33, ECw=3.94 mS/sec, DO=6.8 mg/l.

ΘΕΣΗ Β. Εισροή νερού από την προσαγωγό διώρυγα στο κωπηλατοδρόμιο.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μολύσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.4$ m. Η ταχύτητα ροής κυμάνθηκε στο διάστημα $v=0.2 - 0.3$ m/s, ενώ το βάθος ροής $y=1.1$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*v$), από $Q=0.30$ m³/s έως $Q=0.46$ m³/s.

Όσον αφορά την ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH=7.4, ECw=3.87 mS/sec, DO=6.52 mg/l.

ΘΕΣΗ Γ. Βόρειος υπερχειλιστής.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του κρίσιμου βάθους της ροής πάνω από τον υπερχειλιστή, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Το κρίσιμο βάθος βρέθηκε $y_c=3.0$ cm. Το πλάτος του υπερχειλιστή είναι $B=10.0$ m.

Η παροχή εκτιμήθηκε $Q=0.16$ m³/s σύμφωνα με τον τύπο $Q=B*(g*y_c^3)^{1/2}$. Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH=8.25, ECw=4.33 mS/sec, DO=11.53 mg/l.

ΘΕΣΗ Δ. Νότιος υπερχειλιστής.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του κρίσιμου βάθους της ροής πάνω από τον υπερχειλιστή, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Το κρίσιμο βάθος βρέθηκε $y_c=2.5$ cm. Το πλάτος του υπερχειλιστή είναι $B=10.0$ m.

Η παροχή εκτιμήθηκε $Q=0.12$ m³/s σύμφωνα με τον τύπο $Q=B*(g*y_c^3)^{1/2}$. Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH=8.22, ECw=4.39 mS/sec, DO=11.59 mg/l.

ΘΕΣΗ Ε. Παρατηρητήριο (γεφυράκι).

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μυλίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.17$ m. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0.26$ m/s, ενώ το βάθος ροής $y=0.7$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q = B*y*V$), σε $Q=0.21$ m³/s.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH = 7.46, ECw=5.42 mS/sec, DO=8.9 mg/l.

ΘΕΣΗ ΣΤ. Εκροή του νερού προς τη θάλασσα (θέση Στόμι).

Η μέτρηση της παροχής έγινε με μυλίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=2.4$ m. Η ταχύτητα ροής κυμάνθηκε σε $v=0.6$ m/s, ενώ το βάθος ροής $y=0.5$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*V$), σε $Q=0.72$ m³/s.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: T=7.6 °C, pH=7.6, ECw=6.10 mS/sec, DO=9.53 mg/l, Salinity=3.162 psu.

Ημερομηνία: 15-2-2017

ΘΕΣΗ Α. Εισροή νερού από τη Μακαρία Πηγή στην προσαγωγό διώρυγα.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μυλίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.4$ m. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0.2$ m/s ενώ το βάθος ροής $y=1.0$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q = B*y*V$), σε $Q=0.28$ m³/s.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH=7.22, ECw=3.84 mS/sec, DO=7.01 mg/l.

ΘΕΣΗ Ε. Παρατηρητήριο (γεφυράκι).

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μυλίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.17$ m. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0.14$ m/s, ενώ το βάθος ροής $y=0.5$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q = B*y*V$), σε $Q=0.08$ m³/s.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: pH=7.52, ECw=5.61 mS/sec, DO=8.42 mg/l.

ΘΕΣΗ ΣΤ. Εκροή του νερού προς τη θάλασσα (θέση Στόμι).

Η μέτρηση της παροχής έγινε με μυλίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=2.4$ m. Η ταχύτητα ροής κυμάνθηκε στο διάστημα $v=0.3-0.5$ m/s, ενώ το βάθος ροής $y=0.4$ m. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*V$), από $Q=0.28$ m³/s έως $Q=0.48$ m³/s.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: T=7.2 °C, pH=7.6, ECw=5.78 mS/sec, DO=9.4 mg/l, Salinity=3.07 psu.

Ημερομηνία: 22-3-2017

ΘΕΣΗ Α. Σημείο εισροής νερού από τη Μακαρία Πηγή στην προσαγωγό διώρυγα.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η

μέτρηση της παροχής έγινε με μολίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.4\text{ m}$. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0.4\text{ m/s}$, ενώ το βάθος ροής $y=1.1\text{ m}$. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*v$), σε $Q=0-0.61\text{ m}^3/\text{s}$.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: $\text{pH}=7.23$, $\text{ECw}=4.2\text{ mS/sec}$, $\text{DO}=9.22\text{ mg/l}$.

ΘΕΣΗ Β. Σημείο εισροής νερού από την προσαγωγό διώρυγα στο κωπηλατοδρόμιο.

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μολίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.4\text{ m}$. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0-0.16\text{ m/s}$, ενώ το βάθος ροής $y=1.2\text{ m}$. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*v$), σε $Q=0.27\text{ m}^3/\text{s}$.

ΘΕΣΗ Ε. Θέση Παρατηρητήριο (γεφυράκι).

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση παροχής, καθώς και ποιοτικών παραμέτρων του νερού. Η μέτρηση της παροχής έγινε με μολίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=1.4\text{ m}$. Η ταχύτητα ροής μετρήθηκε $v=0.2-0.3\text{ m/s}$, ενώ το βάθος ροής $y=0.75\text{ m}$. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*v$), σε $Q=0.21-0.31\text{ m}^3/\text{s}$.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: $\text{pH}=7.58$, $\text{ECw}=5.49\text{ mS/sec}$, $\text{DO}=8.71\text{ mg/l}$.

ΘΕΣΗ ΣΤ. Σημείο εκροής του νερού προς τη θάλασσα (θέση Στόμι).

Η μέτρηση της παροχής έγινε με μολίσκο σε ορθογωνική διατομή πλάτους $B=2.5\text{ m}$. Η ταχύτητα ροής κυμάνθηκε στο διάστημα $v=0.29-0.44\text{ m/s}$, ενώ το βάθος ροής $y=0.5\text{ m}$. Η αντίστοιχη παροχή εκτιμήθηκε ($Q=B*y*v$), από $Q=0.36\text{ m}^3/\text{s}$ έως $Q=0.55\text{ m}^3/\text{s}$.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, μετρήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: $T=19.7^\circ\text{C}$, $\text{pH}=7.61$, $\text{ECw}=6.63\text{ mS/sec}$, $\text{DO}=8.1\text{ mg/l}$.

Τα ανωτέρω δεδομένα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους Πίνακες 1 και 2.

Πίνακας 1. Μετρήσεις παροχής στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά

ΘΕΣΗ	Παροχή (m^3/s)		
	30-1-2017	15-2-2017	22-3-2017
A	0.46	0.28	0.00 - 0.61
B	0.46		0.00 - 0.29
Γ	0.16		
Δ	0.12		
E	0.21	0.08	0.21— 0.31
ΣΤ	0.72	0.28 - 0.48	0.36 - 0.55

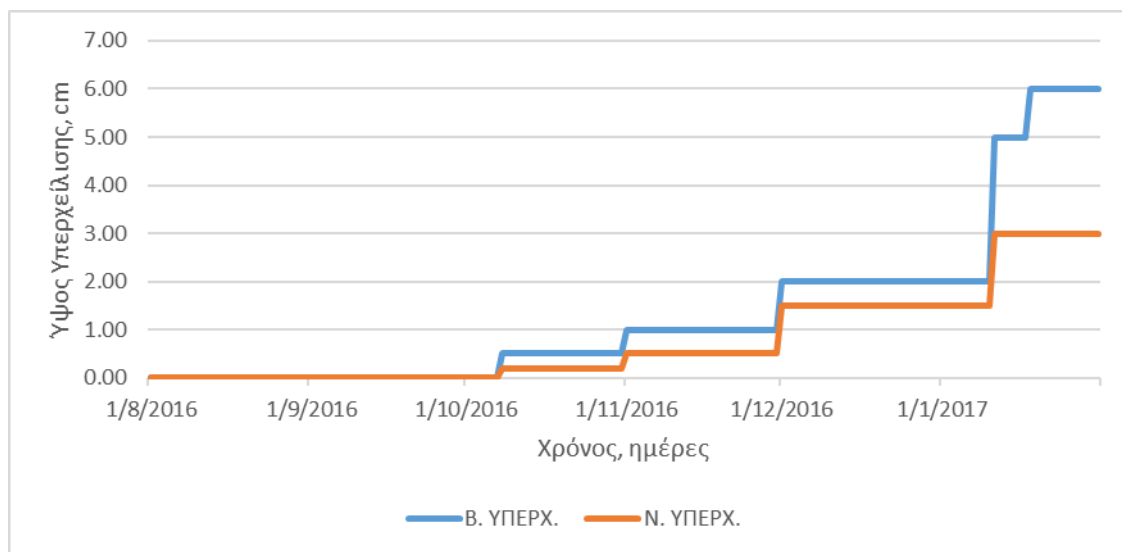
A. Είσοδος νερού από τη Μακαρία Πηγή στην προσαγωγό διώρυγα B. Είσοδος νερού από την προσαγωγό διώρυγα στο κωπηλατοδρόμιο Γ. Βόρειος υπερχειλιστής Δ. Νότιος υπερχειλιστής E. Παρατηρητήριο ΣΤ. Εκροή νερού στη θάλασσα.

Πίνακας 2. Μετρήσεις παραμέτρων ποιότητας νερού στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά

ΘΕΣΗ	30-1-2017				15-2-2017				22-3-2017			
	T	PH	ECw	DO	T	PH	ECw	DO	T	PH	ECw	DO
A		7.3	3.94	6.8		7.22	3.84	7.01		7.2	4.20	9.2
B		7.4	3.87	6.5								
Γ		8.3	4.33	11.5								
Δ		8.2	4.39	11.6								
E		7.5	5.42	8.9		7.52	5.61	8.42		7.6	5.49	8.7
ΣΤ	7.6	7.6	6.10	9.5	7.2	7.6	5.78	9.4	19.7	7.6	6.63	8.1

A. Είσοδος νερού από τη Μακαρία Πηγή στην προσαγωγό διάρυγα B. Είσοδος νερού από την προσαγωγό διάρυγα στο κωπηλατοδρόμιο Γ. Βόρειος υπερχειλιστής Δ. Νότιος υπερχειλιστής E. Παρατηρητήριο ΣΤ. Εκροή νερού στη θάλασσα.

Πέραν των ανωτέρω, καταγράφηκαν συστηματικά, για την περίοδο από 1-8-2016 έως 31-1-2017, το ύψος νερού υπερχείλισης πάνω από τη στέψη των δύο υπερχειλιστών (Σχήμα 1), ενώ συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα καταγραφής του απόλυτου υψομέτρου της στάθμης του νερού εντός του κωπηλατοδρομίου (Σχήμα 2).

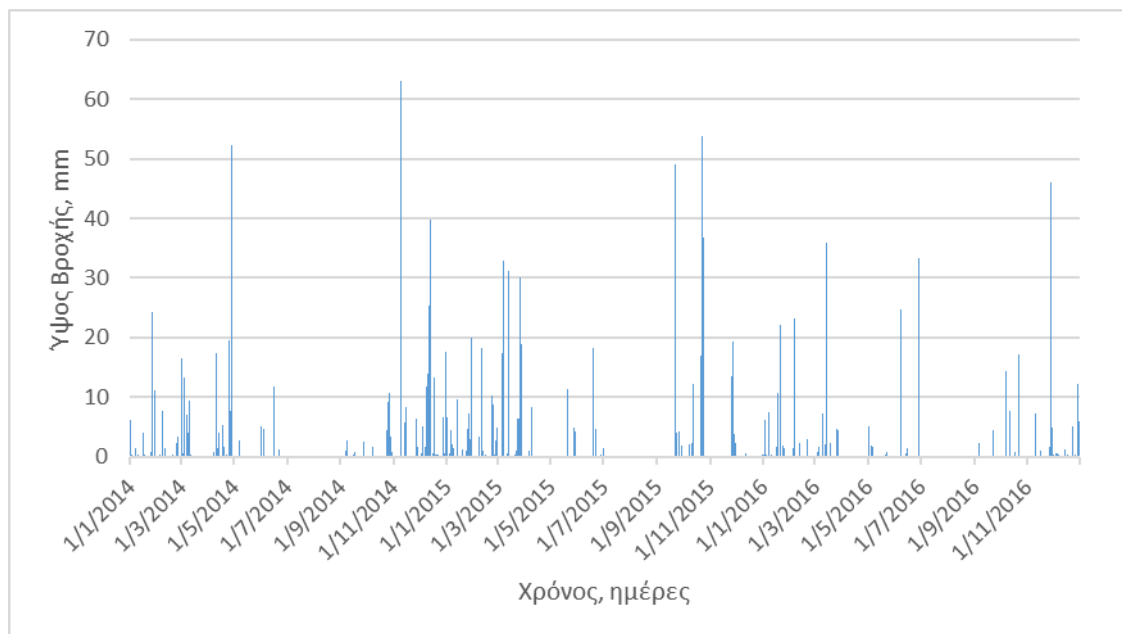


Σχήμα 1. Ύψος υπερχείλισης νερού πάνω από τη στέψη των δυο υπερχειλιστών στο κωπηλατοδρόμιο Σχινιά.

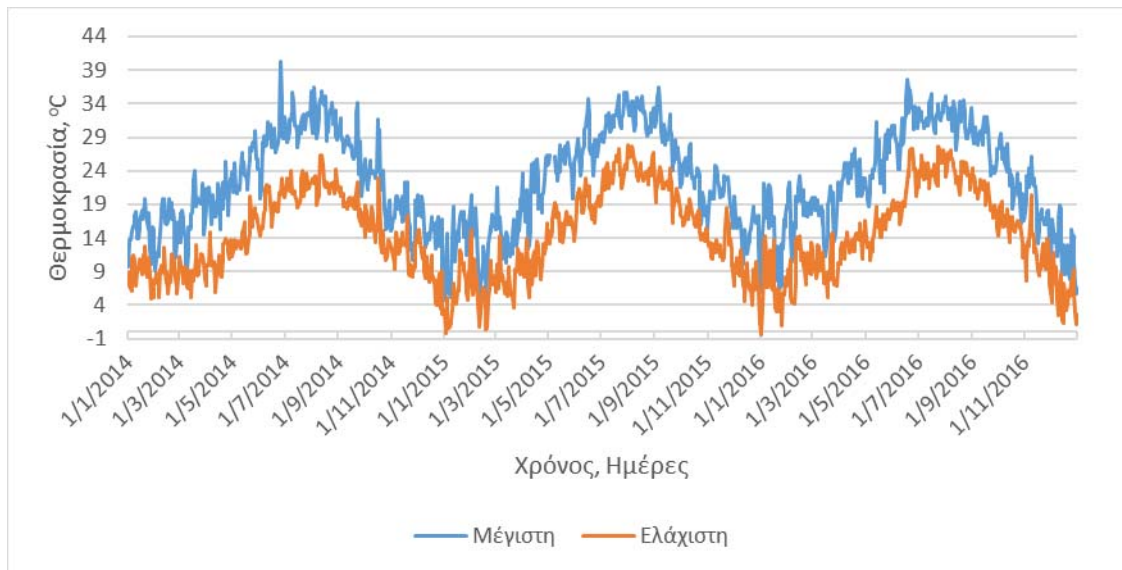


Σχήμα 2. Τιμές του απόλυτου υψομέτρου της στάθμης του νερού στο κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά.

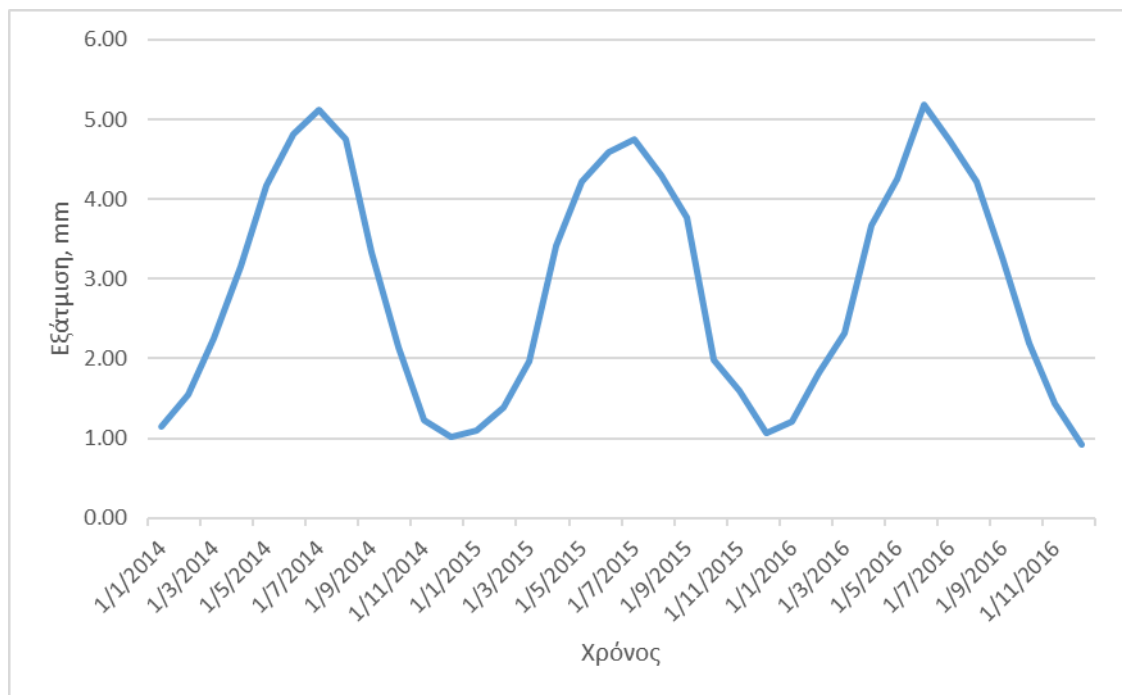
Επιπλέον των ανωτέρω δεδομένων, συγκεντρώθηκαν τα ημερήσια ύψη βροχής (Σχήμα 3), καθώς και τιμές θερμοκρασίας (Σχήμα 4), από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό ο οποίος βρίσκεται στην Νέα Μάκρη, για την περίοδο 2014-2016. Με βάση τις τιμές θερμοκρασίας, υπολογίστηκε η μέση μηνιαία εξάτμιση με τη μέθοδο Hargreaves για την ανωτέρω περίοδο (Σχήμα 5).



Σχήμα 3. Ημερήσια ύψη βροχής από τον μετεωρολογικό σταθμό Ν. Μάκρης για το χρονικό διάστημα 2014-2016.



Σχήμα 4. Ημερήσιες τιμές της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας στον μετεωρολογικό σταθμό Ν. Μάκρης για το χρονικό διάστημα 2014-2016.



Σχήμα 5. Μέσες ημερήσιες τιμές της εξάτμισης νερού με βάση τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας στον μετεωρολογικό σταθμό Ν. Μάκρης, για το χρονικό διάστημα 2014-2016.

1.2 Ανάπτυξη του υδροδυναμικού ομοιώματος του κωπηλατοδρομίου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά

Δεδομένης της ελλιπούς έως ανύπαρκτης διαχείρισης των υδραυλικών έργων για τη μεταφορά των υδάτων της Μακαρίας Πηγής στο κωπηλατοδρόμιο και από εκεί στον υγρότοπο, η κατάσταση διατήρησής τους δεν επέτρεψε τη διενέργεια αξιόπιστων μετρήσεων των προαναφερθέντων ποσοτήτων νερού.

Προκειμένου να εκτιμηθούν οι ανωτέρω ποσότητες και να αξιολογηθεί η υφιστάμενη κατάσταση όσον αφορά στη διαχείριση των υδάτων της Μακαρίας Πηγής, στο πλαίσιο της παρούσας αναπτύχθηκε το υδραυλικό ομοίωμα λειτουργίας του κωπηλατοδρομίου, σε συνδυασμό με την προσαγωγό διώρυγα μεταφοράς του νερού προς αυτό, καθώς και τους δυο υπερχειλιστές του.

Για τον σκοπό αυτό, επιλέχθηκε το σύστημα υδραυλικής προσομοίωσης MIKE 11. Πρόκειται για ένα επαγγελματικό software με το οποίο είναι δυνατή η προσομοίωση της κίνησης του νερού σε επιφανειακές υδατοσυλλογές, όπως λίμνες, ποταμούς, διώρυγες, δέλτα (Danish Hydraulic Institute 2002).

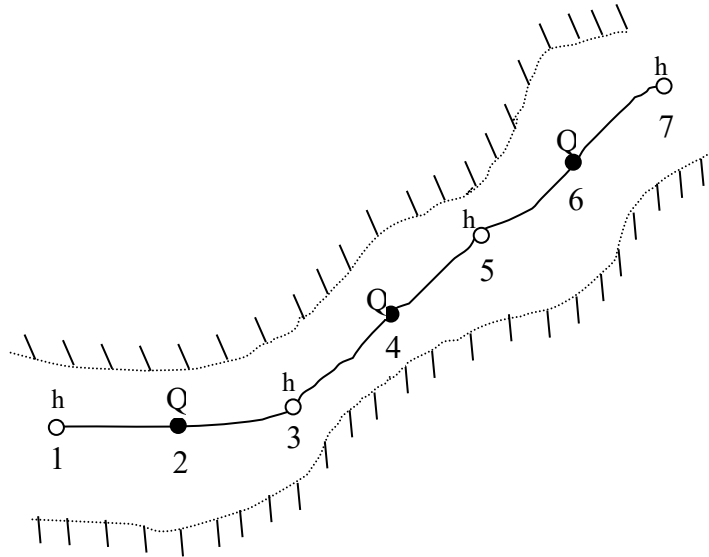
Το MIKE 11 επιλύει αριθμητικά, με τη χρήση πεπερασμένων διαφορών, τις μονοδιάστατες εξισώσεις της συνέχειας (εξ. 1) και ποσότητας κίνησης (εξ. 2), οι οποίες είναι γνωστές ως εξισώσεις του Saint Venant.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(a \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial Q |Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

όπου:	A	=	η επιφάνεια της υγρής διατομής, m ²
	Q	=	παροχή (m ³ /sec)
	t	=	χρόνος (sec)
	x	=	η οριζόντια απόσταση κατά μήκος της διώρυγας για την οποία υπολογίζεται η διόδευση
	q	=	πλευρική εισροή (m ³ /sec)
	a	=	συντελεστής κατανομής της ταχύτητας
	g	=	επιτάχυνση της βαρύτητας (m/sec ²)
	h	=	απόλυτο υψόμετρο ελεύθερης επιφάνειας νερού (m)
	C	=	ο συντελεστής Chezy (m ^{1/2} /sec)
	R	=	η υδραυλική ακτίνα (m)

Για την αριθμητική επίλυση των ανωτέρω εξισώσεων, δημιουργείται ένα δίκτυο γειτονικών σημείων Q και h κατά μήκος του υδάτινου μέσου, στα οποία η παροχή (Q) και το βάθος νερού (h), υπολογίζονται σε κάθε χρονικό βήμα (Σχήμα 6). Το υπολογιστικό αυτό δίκτυο δημιουργείται με βάση τις ιδιαιτερότητες του προβλήματος. Τα σημεία Q τοποθετούνται πάντοτε στο μέσο της απόστασης μεταξύ δύο σημείων h , ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων h μπορεί να διαφέρουν. Η παροχή, ορίζεται ως θετική προς την κατεύθυνση ανάπτυξης του δικτύου αυτού.



Σχήμα 6. Ανάπτυξη του υπολογιστικού δικτύου MIKE 11 σε τμήμα ανοικτού υδάτινου μέσου ελεύθερης ροής.

Η ανάπτυξη (οριζοντιογραφία) του υπολογιστικού δικτύου (υδροδυναμικού ομοιώματος) στην περιοχή μελέτης δίδεται στην Εικόνα 6.

Στο υδροδυναμικό ομοίωμα εισάχθηκαν οι ακόλουθοι αγωγοί (Εικόνα 7):

Προσαγωγός διώρυγα (Prosagogos)

Ανοιχτός αγωγός ορθογωνικής διατομής

Μήκος: 360 μ

Πλάτος: 1.00 μ

Ύψος: 1.00 μ

Κλίση: 0.18 %

Τραχύτητα (συντελεστής Manning) $n = 0.03$

Κύριος αγωνιστικός στίβος (STIVOS)

Ανοιχτός αγωγός τραπεζοειδούς διατομής

Μήκος: 2309 μ.

Κλίση πρανών κατά μήκος του αγωγού: 1:3

Πλάτος: μεταβαλλόμενο - καθορίζεται από διατομές (μέγιστο 170 μ. - ελάχιστο 51 μ)

Βάθος: μέγιστο 3 μ.

Κλίση: 0.0 %

Τραχύτητα (συντελεστής Manning) $n = 0.03$



Εικόνα 6. Περιοχή ανάπτυξης του υδροδυναμικού ομοιώματος του κωπηλατοδρομίου στον υγρότοπο του Σχινιά.

Βοηθητικός στίβος (WARM)

Μήκος: 1900 μ.

Ανοιχτός αγωγός τραπεζοειδούς διατομής

Κλίση πρανών κατά μήκος του αγωγού: 1:8

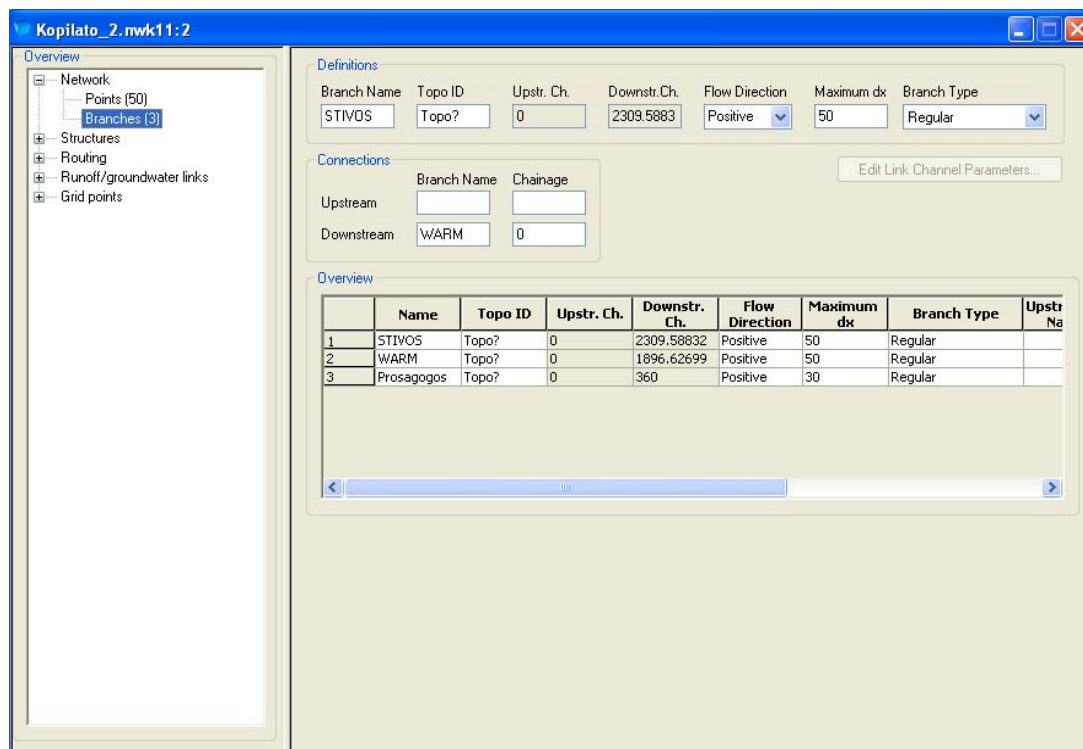
Πλάτος: μεταβαλλόμενο - καθορίζεται από διατομές (μέγιστο 157 μ. - ελάχιστο 58 μ)

Βάθος: μέγιστο 3 μ.

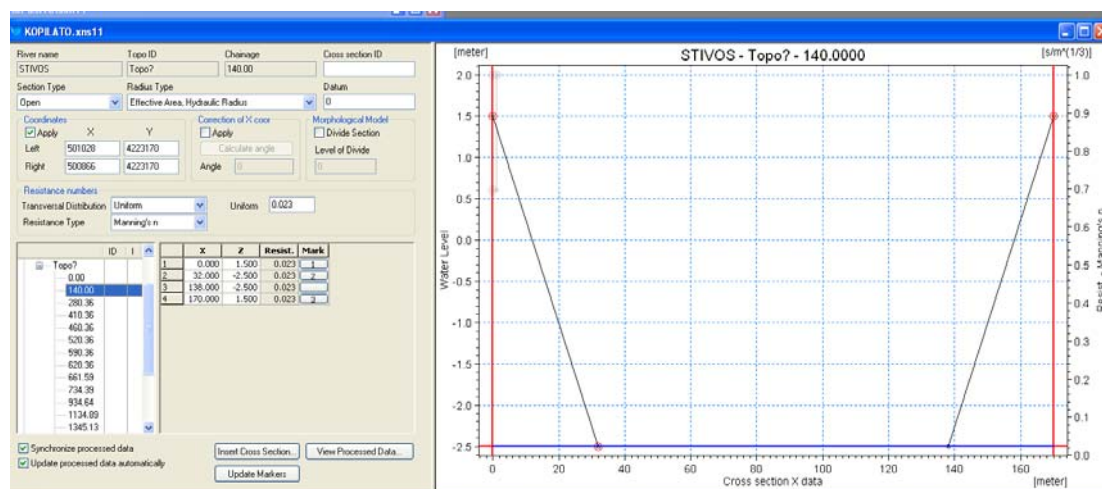
Κλίση: 0.0 %

Τραχύτητα (συντελεστής Manning) $n = 0.03$

Τα γεωμετρικά, υδραυλικά και τοπογραφικά χαρακτηριστικά των ανωτέρω αγωγών εισάχθηκαν μέσα από έναν ικανό αριθμό διατομών όπως φαίνονται στην Εικόνα 7 (κόκκινα τετραγωνίδια) και στην Εικόνα 8.



Εικόνα 7. Αγωγοί οι οποίοι εισάχθηκαν στο υδροδυναμικό ομοίωμα του κωπηλατοδρομίου Σχινιά και μήκη αυτών.



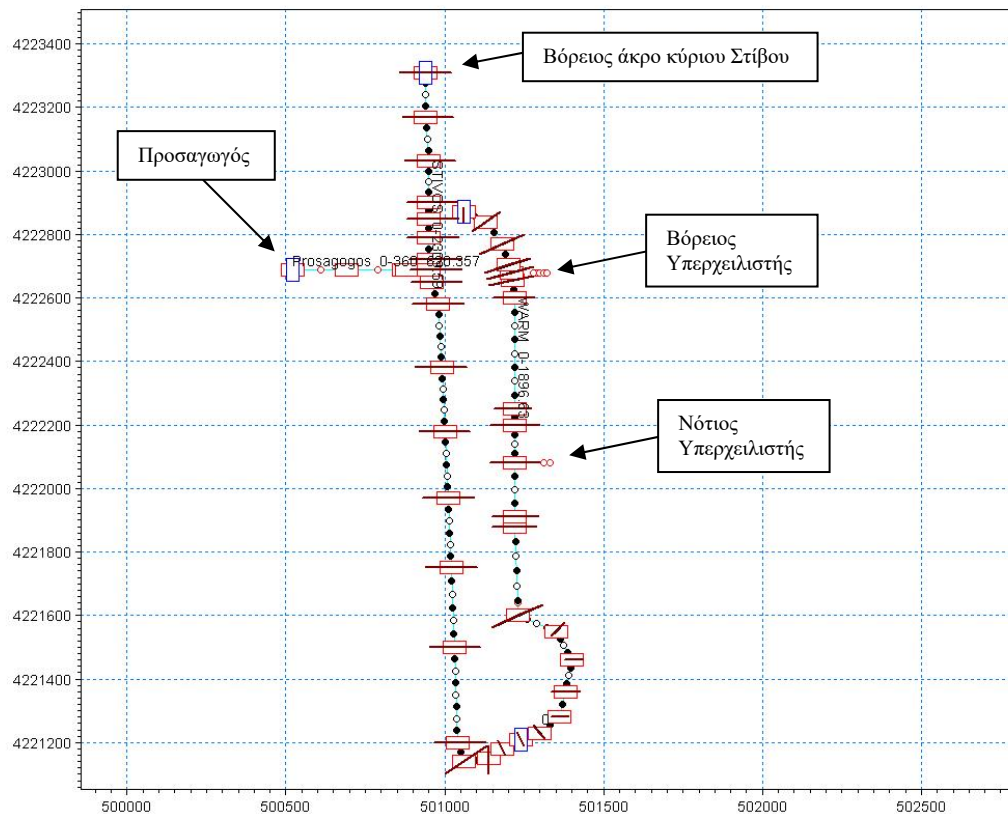
Εικόνα 8. Περιβάλλον εισαγωγής διατομών και στοιχείων αυτών στους αγωγούς του υδραυλικού ομοιώματος, στο περιβάλλον MIKE 11.

Σημειακές οριακές συνθήκες

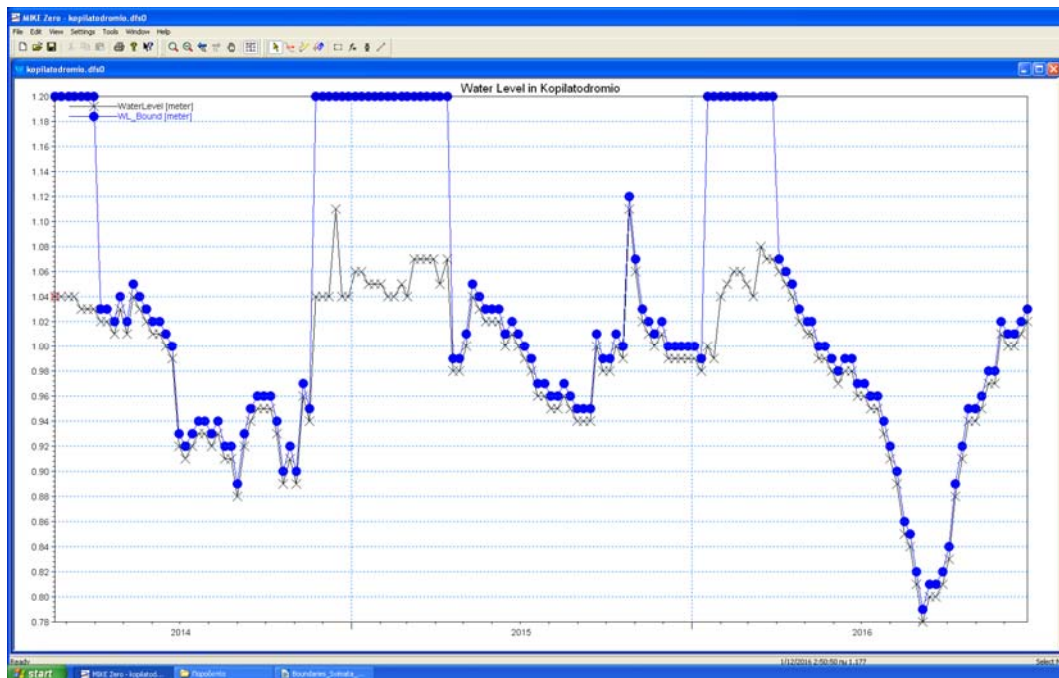
Σημειακές οριακές συνθήκες τέθηκαν στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας, στους δύο υπερχειλιστές, καθώς και στο βόρειο άκρο του κύριου αγωνιστικού στίβου (Εικόνα 9).

Προσαγωγός διώρυγα. Στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας, ως οριακή συνθήκη τέθηκε η στάθμη του νερού μέσα σε αυτήν. Αρχικώς, η στάθμη αυτή επιλέχθηκε να είναι ίση με τη διακύμανση της στάθμης του νερού στο κωπηλατοδρόμιο,

προσαυξημένη κατά μερικά εκατοστά. Η επιλογή αυτή δικαιολογείται από το γεγονός ότι η προσαγωγός και το κωπηλατοδρόμιο βρίσκονται σε άμεση και ελεύθερη επικοινωνία, ενώ η παροχή τροφοδοσίας από την προσαγωγό προς το κωπηλατοδρόμιο εξαρτάται από την υδραυλική κλίση (διαφορά στάθμης του νερού) ανάμεσα στα δυο υδάτινα σώματα. Η στάθμη αυτή, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 7, τροποποιήθηκε κατά τη διάρκεια της ρύθμισης του ομοιώματος, με μέγιστη τιμή το απόλυτο υψόμετρο των +1.20 m, το οποίο αποτελεί και τη μέγιστη τιμή σχεδιασμού για τη λειτουργία της διώρυγας.



Εικόνα 9. Θέσεις εφαρμογής οριακών συνθηκών στο υδραυλικό ομοίωμα του κωπηλατοδρόμιου του Σχινιά.



Σχήμα 7. Οριακή συνθήκη (μπλε γραμμή) στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας και στάθμη νερού στο κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά.

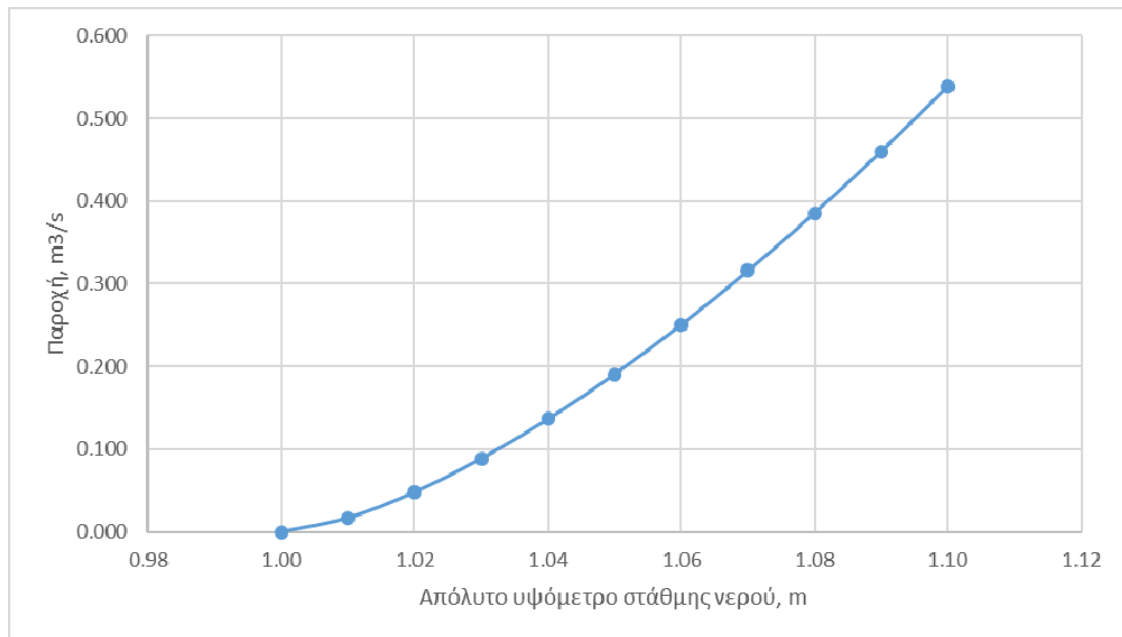
Βόρειο άκρο του κύριου αγωνιστικού στίβου. Ως οριακή συνθήκη στο κλειστό αυτό άκρο του ομοιώματος επιλέχθηκε μηδενική ροή και ταχύτητα του νερού.

Βόρειος και Νότιος υπερχειλιστής. Ως οριακή συνθήκη στη θέση των δύο υπερχειλιστών επιλέχθηκε η μέθοδος της «καμπύλης στάθμης - παροχής». Οι δύο υπερχειλιστές έχουν μήκος στέψης 10 m, απόλυτο υψόμετρο στέψης +1.0 m. και μέγιστη παροχή σχεδιασμού 0.5 m³/s έκαστος, όταν η στάθμη λειτουργίας στο κωπηλατοδρόμιο βρίσκεται στο +1.09 m. Για την κατασκευή της καμπύλης στάθμης - παροχής στους δυο υπερχειλιστές υιοθετήθηκε η ακόλουθη εξίσωση:

$$Q = 1.705 * B * H^{3/2}$$

Όπου: Q (m³/s) είναι η παροχή η οποία διέρχεται πάνω από τη στέψη του υπερχειλιστή πλάτους B (m), με κρίσιμο βάθος ροής H (m).

Για τιμές στάθμης στο κωπηλατοδρόμιο από 1.0 m - 1.1 m προέκυψε η ακόλουθη καμπύλη (Σχήμα 8).



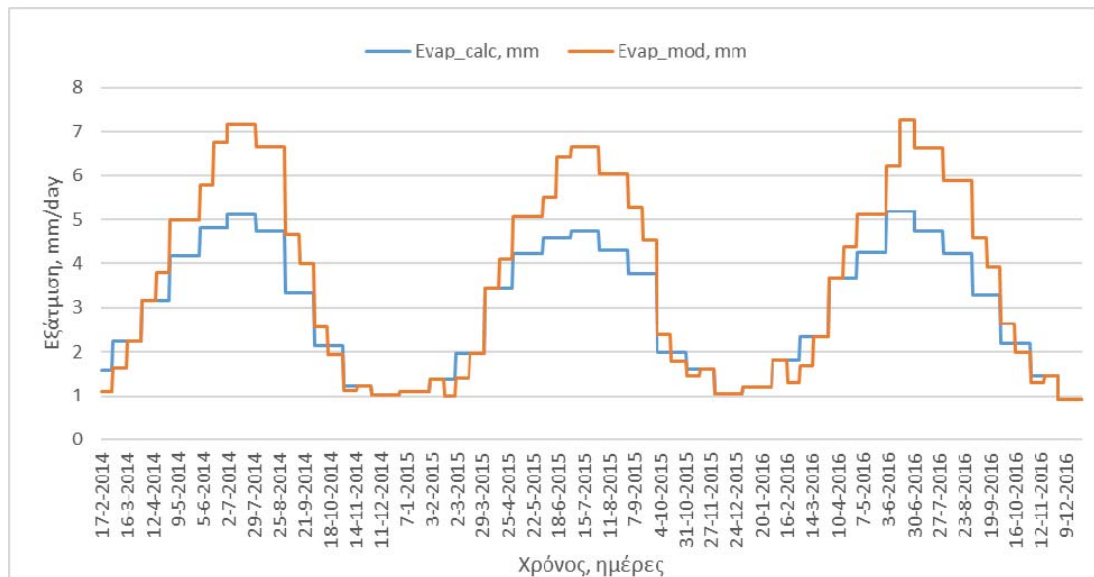
Σχήμα 8. Καμπύλη στάθμης παροχής στην έξοδο των υπερχειλιστών του κωπηλατοδρόμιου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά.

Κατανεμημένες οριακές συνθήκες. Πέραν των ανωτέρω, εισάχθηκαν στο ομοίωμα, ως κατανεμημένες οριακές συνθήκες, τα ημερήσια ύψη βροχής και εξάτμισης και οι υπόγειες διαφυγές από το κωπηλατοδρόμιο. Οι ανωτέρω παράμετροι κατανέμονται ομοιόμορφα σε ολόκληρο το μήκος των αγωγών.

Τα ημερήσια ύψη βροχής εισήχθησαν στο ομοίωμα αμετάβλητα.

Αντίθετα, πραγματοποιήθηκε μικρή τροποποίηση στις ημερήσιες τιμές της εξάτμισης, οι οποίες φαίνονται στο Σχήμα 9. Συγκεκριμένα, οι υπολογιζόμενες με τη μέθοδο Hargreaves τιμές αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού αναλογικά, έως και 1.5 mm/day περίπου. Η παρέμβαση αυτή θεωρείται ότι οδηγεί σε ακριβέστερη εκτίμηση της εξάτμισης από το κωπηλατοδρόμιο, καθώς η μέθοδος Hargreaves δεν λαμβάνει υπόψη τον άνεμο, ο οποίος ευνοεί τις αυξανόμενες ποσότητες εξάτμισης. Σημειώνεται ότι, η περιοχή είναι εκτεθειμένη στον άνεμο κατά τη μεγαλύτερη περίοδο του έτους.

Οι υπόγειες διαφυγές λήφθηκαν σταθερές και ίσες με 4 mm/day. Η τιμή αυτή βρίσκεται σύμφωνη και με τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, σύμφωνα με την οποία προσεγγίζουν τα 30 - 40 m³/hr.



Σχήμα 9. Τροποποιημένες (Evap_mod) και υπολογιζόμενες (Evap_calc) τιμές εξάτμισης στο κωπηλατοδρόμιο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά.

Ρύθμιση και εφαρμογή του ομοιώματος

Ο σκοπός εφαρμογής του υδροδυναμικού ομοιώματος ήταν ο υπολογισμός των παροχών: α) εισόδου από τη Μακαρία Πηγή στην προσαγωγό διώρυγα και στη συνέχεια στο κωπηλατοδρόμιο και β) εκροής νερού από το κωπηλατοδρόμιο προς τον υγρότοπο.

Το ομοίωμα εφαρμόστηκε για χρονική περίοδο τριών ετών (27/2/2014-26/12/2016), κατά την οποία υπήρχαν πλήρεις χρονοσειρές δεδομένων. Το χρονικό βήμα επίλυσης των εξισώσεων του ήταν $\Delta t = 5 \text{ min}$, ενώ το χωρικό $\Delta x = 50 \text{ m}$ και $\Delta x = 10 \text{ m}$.

Η ρύθμιση του ομοιώματος πραγματοποιήθηκε ως προς τις ημερήσιες τιμές της απόλυτης στάθμης στο κωπηλατοδρόμιο (Σχήμα 2), ενώ παράμετρο ρύθμισης αποτέλεσε η απόλυτη στάθμη του νερού στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας.

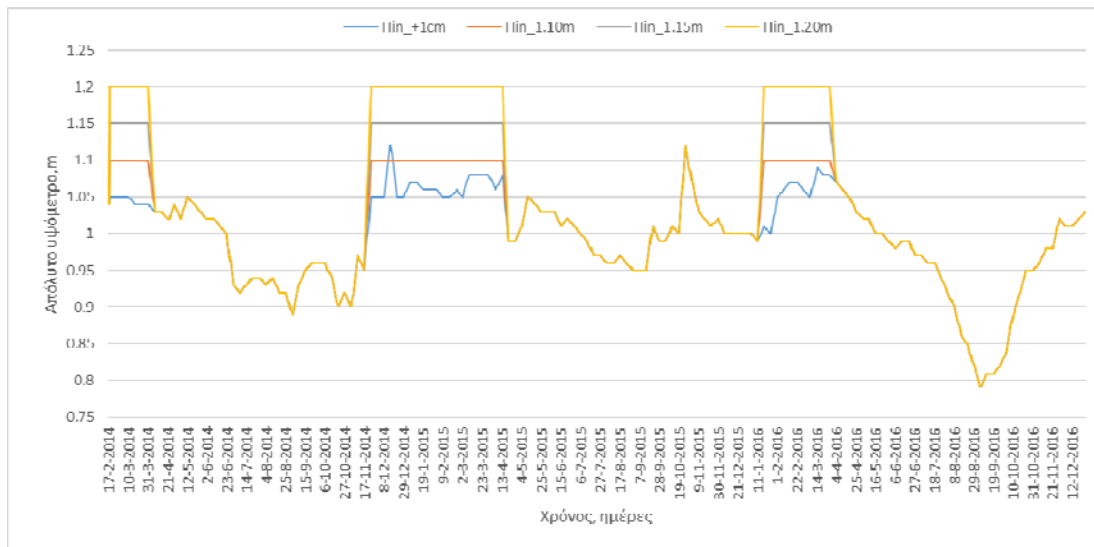
Εξετάστηκαν τέσσερα σενάρια στάθμης εισόδου στην προσαγωγό διώρυγα (Σχήμα 10). Σε όλα τα σενάρια και για τις χρονικές περιόδους κατά τις οποίες η στάθμη του νερού μέσα στο κωπηλατοδρόμιο (Hobs) βρισκόταν κάτω από το +1.0 m, η στάθμη του νερού στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας (Hin), διαμορφωνόταν κατά 1.0 cm υψηλότερα σε σχέση με αυτήν μέσα στο κωπηλατοδρόμιο. Για τις υπόλοιπες χρονικές περιόδους κατά τις οποίες η στάθμη του νερού στο κωπηλατοδρόμιο υπερέβαινε το +1.0 m (και άρα υπήρχε υπερχείλιση), η στάθμη στην είσοδο της προσαγωγού εκλαμβανόταν σταθερή ως ακολούθως:

Σενάριο 1ο (H_{+1cm}): $H_{in} = H_{obs} + 0.01 \text{ m}$

Σενάριο 2ο (H_{+110}): $H_{in} = +1.10 \text{ m}$

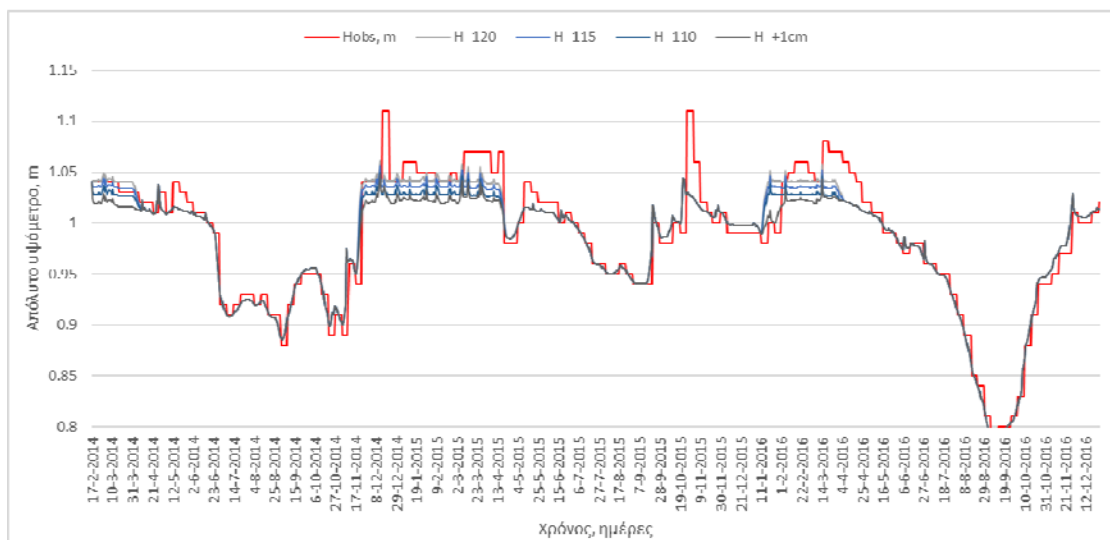
Σενάριο 3ο (H_{+115}): $H_{in} = +1.15 \text{ m}$

Σενάριο 4ο (H_{+120}): $H_{in} = +1.20 \text{ m}$



Σχήμα 10. Σενάρια απόλυτης στάθμης νερού στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας, στο υδροδυναμικό ομοίωμα του κωπηλατοδρομίου του Σχινιά.

Στο Σχήμα 11 παρουσιάζονται συγκριτικά η απόλυτη στάθμη του νερού μέσα στο κωπηλατοδρόμιο, όπως αυτή υπολογίστηκε στα διαφορετικά σενάρια από το ομοίωμα και όπως μετρήθηκε (Hobs).



Σχήμα 11. Υπολογιζόμενη και παρατηρούμενη απόλυτη στάθμη του νερού στο κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά.

Για την αξιολόγηση των ανωτέρω σεναρίων χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα κριτήρια:

- i) Το σφάλμα ισοζυγίου (WB_{er}), σύμφωνα με τη σχέση:

$$WB_{er} = |1 - H_s/H_o|$$

όπου:

H_s : η μέση υπολογιζόμενη στάθμη του νερού της περιόδου προσομοίωσης (m)

H_o : η μέση παρατηρούμενη στάθμη του νερού της περιόδου προσομοίωσης (m)

- ii) Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης R, σύμφωνα με τη σχέση:

$$R = \frac{\sum_i (H_{o,i} - H_o) \cdot (H_{s,i} - H_s)}{\sqrt{\sum_i (H_{o,i} - H_o)^2 \sum_i (H_{s,i} - H_s)^2}}$$

όπου:

$H_{o,i}$: η ημερήσια, παρατηρούμενη στάθμη (m)

$H_{s,i}$: η ημερήσια υπολογιζόμενη στάθμη (m)

- iii) Ο συντελεστής συσχέτισης R Nush-Sutchcliffe, σύμφωνα με τη σχέση:

$$R_{NS} = \frac{\sum_i (H_{o,i} - H_o)^2 - \sum_i (H_{s,i} - H_{o,i})^2}{\sum_i (H_{o,i} - H_o)^2}$$

Ο συντελεστής αυτός δείχνει την ακρίβεια προσαρμογής της καμπύλης των υπολογιζόμενων και των παρατηρούμενων τιμών της στάθμης νερού.

Τα αποδεκτά όρια των τιμών των ανωτέρω κριτηρίων είναι γενικά δύσκολο να καθοριστούν για όλες τις περιπτώσεις. Ο Heriksen et al. (2003) παρουσιάζει τιμές κριτηρίων, σύμφωνα με τις οποίες αξιολογούνται τα αποτελέσματα ενός ομοιώματος και δίδονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Κριτήρια αξιολόγησης των αποτελεσμάτων του ομοιώματος

Κριτήριο Αξιολόγησης	Τέλειο	Πολύ Καλό	Καλό	Φτωχό	Πολύ φτωχό
WB _{er}	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
R _{NS}	< 0.85	0.65 - 0.85	0.5 - 0.65	0.2 - 0.5	< 0.20

Στον Πίνακα 4 δίδονται οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της παρατηρούμενης και της υπολογιζόμενης στάθμης στο κωπηλατοδρόμιο για τα ανωτέρω σενάρια, ενώ στον Πίνακα 5 τα σενάρια αξιολογούνται με βάση τα κριτήρια R_{NS} και WB_{er}.

Πίνακας 4. Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της υπολογιζόμενης και παρατηρούμενης στάθμης στο κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά, για κάθε σενάριο στάθμης στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας.

Συντελεστής Συσχέτισης, R

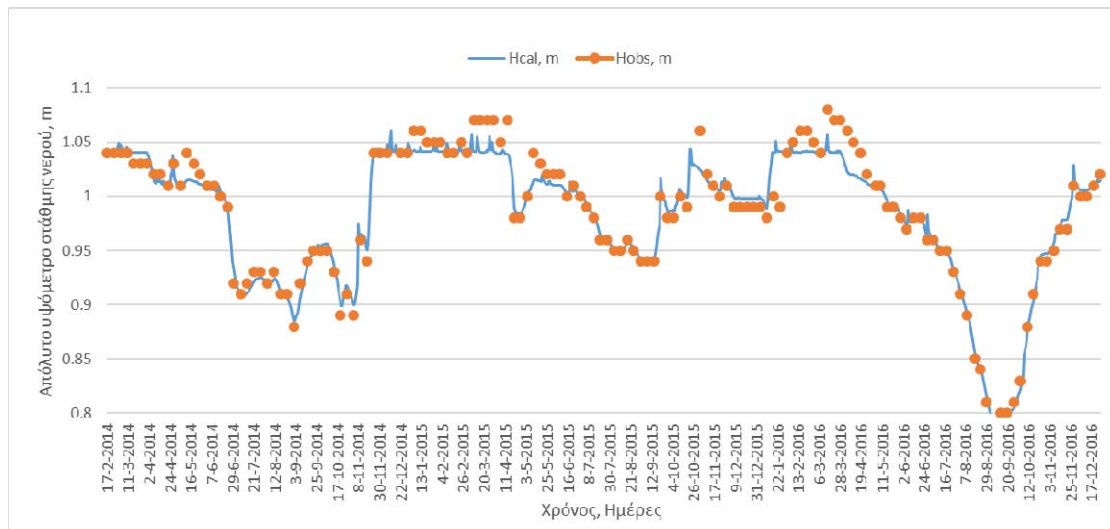
<i>Σενάριο 1</i>	0.958
<i>Σενάριο 2</i>	0.958
<i>Σενάριο 3</i>	0.960
<i>Σενάριο 4</i>	0.961

Πίνακας 5. Αξιολόγηση σεναρίων στο υδραυλικό ομοίωμα του κωπηλατοδρομίου του Σχινιά βάση των κριτηρίων RNS και WBer.

<i>Κριτήριο Αξιολόγησης</i>	<i>Τέλειο</i>	<i>Πολύ Καλό</i>	<i>Καλό</i>	<i>Φτωχό</i>	<i>Πολύ φτωχό</i>
<i>WBer</i>	< 5	5 - 10	10 - 20	21 - 40	> 40
<i>Σενάριο 1</i>	0.008				
<i>Σενάριο 2</i>	0.006				
<i>Σενάριο 3</i>	0.004				
<i>Σενάριο 4</i>	0.003				
<i>RNS</i>	< 0.85	0.65 - 0.85	0.5 - 0.65	0.2 - 0.5	< 0.20
<i>Σενάριο 1</i>	0.892				
<i>Σενάριο 2</i>	0.902				
<i>Σενάριο 3</i>	0.914				
<i>Σενάριο 4</i>	0.920				

Με βάση τις τιμές των ανωτέρω κριτηρίων, το σενάριο το οποίο προσομοιώνει με τη μεγαλύτερη ακρίβεια τις παρατηρούμενες τιμές στάθμης του κωπηλατοδρομίου είναι το Σενάριο 4. Το σενάριο αυτό, κατά τις περιόδους όπου παρατηρείται η μέγιστη στάθμη νερού ($H=+1.20$ m) στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας, φαίνεται να τροφοδοτεί το κωπηλατοδρόμιο με μια παροχή της τάξης των $1109 \text{ m}^3/\text{hr.}$, παροχή αρκετά μεγάλη για τις υφιστάμενες υδρογεωλογικές συνθήκες της Μακαρίας Πηγής.

Επιλέγεται έτσι το αμέσως επόμενο Σενάριο 3, το οποίο κατά τις αντίστοιχες περιόδους εξασφαλίζει μέγιστη στάθμη στην είσοδο της προσαγωγού διώρυγας $H=+1.15$ m και παροχή προς το κωπηλατοδρόμιο της τάξης των $900 \text{ m}^3/\text{hr}$ (Σχήμα 12).



Σχήμα 12. Υπολογιζόμενη (Hcal) και παρατηρούμενη (Hobs) στάθμη νερού στο κωπηλατοδρόμιο του Σχινιά, σύμφωνα με το Σενάριο 3.

Από το ανωτέρω σχήμα γίνεται αντιληπτή η ικανοποιητική ακρίβεια προσομοίωσης της στάθμης του νερού καθ' όλη τη χρονική διάρκεια που επιλέχθηκε.

Το ομοίωμα φαίνεται να υποεκτιμά τις ποσότητες νερού οι οποίες υπερχειλίζουν, κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην κακή κατάσταση των υπερχειλιστών και, κατά συνέπεια, στη μη ομαλή λειτουργία τους (η οριακή συνθήκη δεν περιγράφει ικανοποιητικά την υφιστάμενη λειτουργία τους).

Αποτελέσματα και συζήτηση

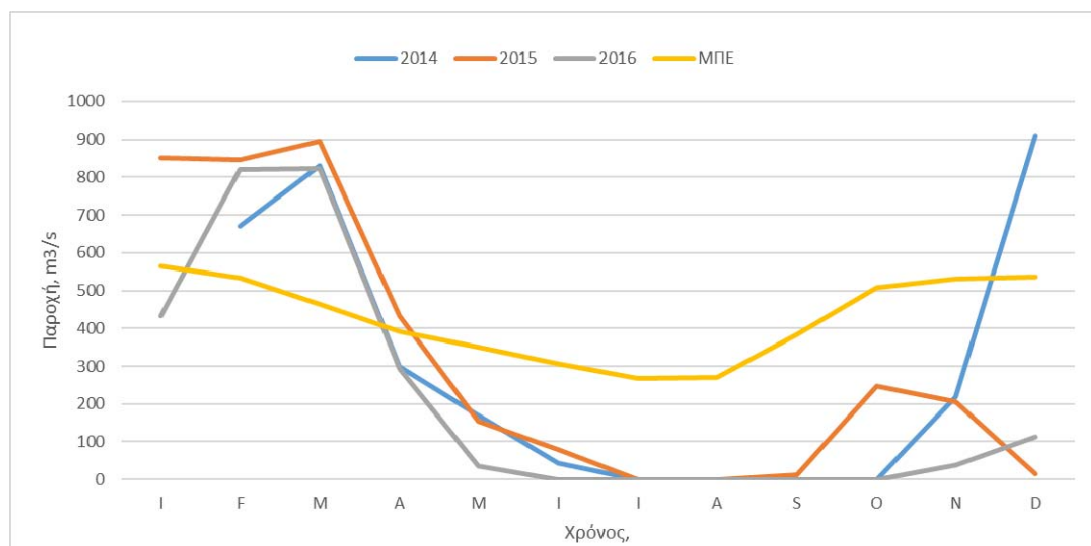
Σύμφωνα με τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΜΠΕ), η μέση ετήσια παροχή εισόδου στο κωπηλατοδρόμιο από τη Μακαρία Πηγή θα ήταν $500 \text{ m}^3/\text{hr}$ ή $4.38 \times 10^6 \text{ m}^3$ ετησίως. Από αυτά, τον υγρότοπο θα τροφοδοτούσαν περί τα $3.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού ετησίως ($426 \text{ m}^3/\text{hr}$ μέση ετήσια παροχή). Ο υπολογισμός των ποσοτήτων αυτών προέκυψε μετά την αφαίρεση από την παροχή τροφοδοσίας των ποσοτήτων που θα εξατμίζονταν. Η μηνιαία κατανομή των ποσοτήτων αυτών δίδεται στον Πίνακα 6.

Από την εφαρμογή του υδραυλικού ομοιώματος του κωπηλατοδρόμιου προέκυψαν: α) η παροχή εισόδου στο κωπηλατοδρόμιο, β) η στάθμη του νερού μέσα σε αυτό και γ) η παροχή εξόδου από τους δύο υπερχειλιστές προς τον υγρότοπο, η οποία δίδεται στον Πίνακα 6 και στο Σχήμα 13.

Τόσο από τον Πίνακα 6, όσο και από το Σχήμα 13, προκύπτει ότι, κατά τα τελευταία έτη 2014-2016, οι συνολικές ποσότητες νερού, οι οποίες εισέρευσαν στον υγρότοπο από το κωπηλατοδρόμιο, ήταν μικρότερες από τις σχεδιαζόμενες τουλάχιστον κατά $1 \times 10^6 \text{ m}^3$. Όσον αφορά στη μηνιαία κατανομή των ποσοτήτων αυτών, φαίνεται ότι, ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες έως και τον Απρίλιο, οι υφιστάμενες παροχές προς τον υγρότοπο υπερβαίνουν κατά πολύ αυτές του σχεδιασμού, κατά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες υπολείπονται κατά πολύ του σχεδιασμού. Ιδιαίτερα δε την περίοδο από Ιούλιο έως Σεπτέμβριο, μηδενίζονται και για τα τρία έτη.

Πίνακας 6. Μηνιαία κατανομή των παροχών υπερχειλίσης από το κωπηλατοδρόμιο προς τον υγρότοπο του Σχινιά: α) σύμφωνα με τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και β) όπως αυτή υπολογίστηκε (έτη 2014-2016).

Μήνας	Μέσος όγκος υπερχειλίσης προς τον υγρότοπο του Σχινιά m ³ /hr			
	A	2014	2015	2016
Ιανουάριος	563.3		852	433
Φεβρουάριος	533.8	670	846	820
Μάρτιος	464.9	831	896	822
Απρίλιος	392.6	300	434	294
Μάιος	350.5	170	154	36
Ιούνιος	306.0	42	80	0
Ιούλιος	269.0	0	0	0
Αύγουστος	271.1	0	0	0
Σεπτέμβριος	383.7	0	13	0
Οκτώβριος	508.3	0	247	0
Νοέμβριος	532.2	219	205	38
Δεκέμβριος	536.0	911	15	113
Μ.Ο.	425.9	286	312	213
Αθροιστικά	3.7x10⁶	2.3x10⁶	2.7x10⁶	1.8x10⁶



Σχήμα 13. Παροχές νερού από το κωπηλατοδρόμιο προς τον υγρότοπο του Σχινιά όπως αυτές υπολογίστηκαν: α) με βάση τη ΜΠΕ και β) από το υδρολογικό ομοίωμα στο πλαίσιο της παρούσας.

2. Προτεραιότητες διαχείρισης και αποκατάστασης στον υγρότοπο του Εθνικού Πάρκου Σχινιά

2.1 Αξιολόγηση των λειτουργιών του υγροτόπου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά

Η μέθοδος η οποία υιοθετήθηκε, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, για την αξιολόγηση των λειτουργιών του υγροτόπου είναι η Wetland Evaluation Technique - WET (Adamus et al. 1987). Κατά την προσέγγιση αυτή, εκτιμάται η επιτέλεση των υγροτοπικών λειτουργιών, με βάση τη δομή και τα γνωρίσματα του υγροτόπου και της λεκάνης απορροής του.

Πρώτο βήμα της μεθόδου αποτελεί η επιλογή των υγροτοπικών λειτουργιών που εκτιμάται ότι επιτελούνται στον υγρότοπο. Εν προκειμένω, οι λειτουργίες που κρίθηκαν σκόπιμο να αξιολογηθούν είναι οι ακόλουθες:

- Αποθήκευση νερού
- Στήριξη τροφικών πλεγμάτων: υδρόβια ζωή * και ορνιθοπανίδα
- Απομάκρυνση και μετασχηματισμός θρεπτικών στοιχείων
- Παγίδευση ιζημάτων και τοξικών ουσιών
- Τροποποίηση πλημμυρικών φαινομένων
- Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων

*: Στην υδρόβια ζωή περιλαμβάνεται όλη η πανίδα, πλην της ορνιθοπανίδας.

Δεύτερο βήμα της μεθόδου αποτελεί ο καθορισμός των κυριότερων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων του υγροτόπου και της λεκάνης απορροής, οι οποίοι επηρεάζουν τον βαθμό εκδήλωσης κάθε λειτουργίας. Καθένας από τους παράγοντες, μπορεί να συνδέεται με περισσότερες από μία λειτουργίες. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για την αξιολόγηση κάθε λειτουργίας δεν έχουν όλοι την ίδια βαρύτητα και δεν επηρεάζουν στον ίδιο βαθμό τη λειτουργία. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο ο υγρότοπος δύναται να επιτελέσει κάθε λειτουργία δεν προκύπτει αναγκαστικά από το αθροιστικό αποτέλεσμα των επιμέρους παραγόντων, αλλά συνυπολογίζοντας και τη σχετική βαρύτητα κάθε παράγοντα στην εκδήλωση της εν λόγω λειτουργίας.

Επόμενο και τελευταίο βήμα της μεθόδου αξιολόγησης, αποτελεί ο ποιοτικός χαρακτηρισμός της επιτέλεσης κάθε λειτουργίας σε βαθμό «Πολύ καλή», «Καλή», «Μέτρια», «Κακή».

Αναλυτική περιγραφή εφαρμογής της μεθόδου δίδεται από τους (Κατσαβούνη Σ. & Μ. Σεφερλή, 2014). Η εργασία αυτή αποτελεί τμήμα της Πιλοτικής Εφαρμογής 4 «Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους υγροτόπους της Αττικής» του Θεματικού Κέντρου: Ξηρασία, Νερά και Ακτές, του διακρατικού έργου ORIENTGATE.

Στους Πίνακες 7-12 που ακολουθούν, δίδονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των λειτουργιών του υγροτόπου, καθώς και τα προτεινόμενα μέτρα τα οποία προκύπτουν άμεσα από την αξιολόγηση.

Αποθήκευση νερού

Η ικανότητα του υγροτόπου να αποθηκεύει νερό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 7. Αξιολόγηση της λειτουργίας «Αποθήκευση νερού».

Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
			

Προτεινόμενα μέτρα: Αποκατάσταση της εκτροπής των υδάτων της Μακαρίας Πηγής προς το κωπηλατοδρόμιο.

Αποκατάσταση συνεχούς υδραυλικής επικοινωνίας του υγροτόπου με το κωπηλατοδρόμιο.

Στήριξη τροφικών πλεγμάτων

Η ικανότητα του υγροτόπου να διατηρεί ποικιλία ενδιαιτημάτων, συντηρώντας ποικιλία ειδών της χλωρίδας και της πανίδας.

Πίνακας 8. Αξιολόγηση της λειτουργίας «Στήριξη τροφικών πλεγμάτων».

Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
			

Προτεινόμενα μέτρα: Δημιουργία ενδιαιτημάτων σε μόνιμη κατάκλιση για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όταν άλλες περιοχές του υγροτόπου είναι ξηρές.

Αποκατάσταση συνεχούς υδραυλικής επικοινωνίας του υγροτόπου με το κωπηλατοδρόμιο.

Μέριμνα για την προστασία των χελιών από τον εγκλωβισμό τους στα φρεάτια υπερχειλίσης.

Απομάκρυνση και μετασχηματισμός θρεπτικών στοιχείων

Η ικανότητα του υγροτόπου να βελτιώνει την ποιότητα του νερού με την κατακράτηση των θρεπτικών στοιχείων και τη μετατροπή τους σε άλλες μορφές, μέσω φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών.

Πίνακας 9. Αξιολόγηση της λειτουργίας «Απομάκρυνση και μετασχηματισμός θρεπτικών στοιχείων».

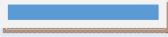
Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
			

Προτεινόμενα μέτρα: -

Παγίδευση ιζημάτων και τοξικών ουσιών

Τα νερά επιφανειακής απορροής, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και ο άνεμος παρασύρουν εντός του υγροτόπου στερεά υλικά τα οποία παγιδεύονται στον υγρότοπο, με αποτέλεσμα ο υγρότοπος να βελτιώνει την ποιότητα του νερού που διέρχεται από αυτόν.

Πίνακας 10. Αξιολόγηση της λειτουργίας «Παγίδευση ιζημάτων και τοξικών ουσιών».

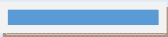
Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
			

Προτεινόμενα μέτρα: -

Τροποποίηση πλημμυρικών φαινομένων

Η ικανότητα του υγροτόπου να αποθηκεύει μέρος ή το σύνολο των πλημμυρικών υδάτων και να τα αποδίδει βαθμιαία στα κατάντη, μειώνοντας έτσι την πλημμυρική αιχμή.

Πίνακας 11. Αξιολόγηση της λειτουργίας «Τροποποίηση πλημμυρικών φαινομένων».

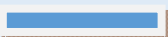
Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
			

Προτεινόμενα μέτρα: -

Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων

Η ικανότητα του υγροτόπου να συγκρατεί τα εισρέοντα επιφανειακά νερά (βροχής, ρυακιών κ.λπ.) για αρκετό χρόνο και κατόπιν να τα διηθεί βραδέως προς τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα.

Πίνακας 12. Αξιολόγηση της λειτουργίας «Εμπλουτισμός υπογείων υδροφορέων».

Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή
			

Προτεινόμενα μέτρα: Δημιουργία ενδιαιτημάτων σε μόνιμη κατάκλιση για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Αποκατάσταση της εκτροπής των υδάτων της Μακαρίας Πηγής προς το κωπηλατοδρόμιο.

Αποκατάσταση συνεχούς υδραυλικής επικοινωνίας του υγροτόπου με το κωπηλατοδρόμιο.

2.2 Αξιολόγηση των τεχνικών υποδομών του κωπηλατοδρομίου στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά

Στην παρούσα ενότητα ενσωματώνεται, συνοπτικά, η αξιολόγηση των τεχνικών υποδομών του κωπηλατοδρομίου, όπως αυτή προέκυψε από τη μελέτη «Αξιολόγηση των Τεχνικών Υποδομών στη Διαχείριση των Υδάτων του Εθνικού Πάρκου Σχινιά Μαραθώνα», η οποία συντάχθηκε στο πλαίσιο του Υποέργου 8 και περιλαμβάνει αναλυτική και εμπειριστατωμένη περιγραφή των έργων και των προβλημάτων τους. Ειδικότερα, περιλαμβάνει::

- α) αποτύπωση των υφιστάμενων τεχνικών υποδομών,
- β) έλεγχο λειτουργικότητας του συνόλου των τεχνικών έργων που σχετίζονται με τη διαχείριση των υδάτων και
- δ) απαραίτητες ενέργειες για την εύρυθμη λειτουργία των υδραυλικών έργων.

Ακολούθως, παρατίθεται αυτούσια από την ανωτέρω μελέτη, η αξιολόγηση της λειτουργικότητας των επιμέρους υδραυλικών έργων ανά κατηγορία.

• Έργο υδροδότησης κωπηλατοδρομίου

ΤΕΧΝΙΚΟ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ
Γενική εικόνα έργου υδροληψίας	Μη λειτουργικό, λόγω της πυκνής βλάστησης στην ευρύτερη περιοχή του έργου (τόσο στα ανάντη, όσο και στα κατόντη).
Θυροφράγματα Θ1 και Θ2	Μη λειτουργικά, λόγω βλάστησης, έλλειψης συντήρησης και βανδαλισμών του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Συνέπεια των παραπάνω είναι να μην μπορεί να ελεγχθεί η ροή προς τη διώρυγα υδροληψίας (Θυρόφραγμα Θ1) και να μην είναι δυνατός ο αυτοκαθαρισμός του έργου (Θυρόφραγμα Θ2).
Δικλείδες περιβαλλοντικής παροχής	Μη λειτουργικές.
Έλεγχος στάθμης	Δεν ήταν δυνατός ο εντοπισμός του εξοπλισμού μέτρησης.
Πίνακας αυτοματισμών	Βανδαλισμένος.

• Έργο νότιας υπερχειίλισης

ΤΕΧΝΙΚΟ ΝΟΤΙΑΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ
Γενική εικόνα φρεατίου υπερχειίλισης	Το μέτωπο υπερχειίλισης έχει πλήρως καλυφτεί από πυκνό καλάμωνα. Από το τοιχίο που βρίσκεται προς τον υγρό στίβο παρατηρείται συνεχής ανάβλυση νερού. Το

	<p>έργο είναι μη λειτουργικό, λόγω απουσίας του υπερχειλιστή λεπτής στέψης και του θυροφράγματος εκκένωσης. Σε επίσκεψη παρατηρήθηκε μικρής ποσότητας υπερχειλίζουσα ροή από τον νότιο υπερχειλιστή, ενώ την ίδια στιγμή στον βόρειο υπερχειλιστή η ποσότητα υπερχειλίζουσας ροής ήταν εμφανώς μεγαλύτερη. Με δεδομένο ότι οι δύο υπερχειλιστές βρίσκονται στην ίδια πρακτικά στάθμη (+0.82 μ), πιθανή εξήγηση είναι η πυκνή βλάστηση που έχει αναπτυχτεί στο μέτωπο υπερχείλισης να «εμποδίζει» τη ροή προς αυτό και κάποια ποσότητα να φτάνει στο φρεάτιο μέσω της ανάβλυσης που προαναφέρθηκε.</p>
Υπερχειλιστής λεπτής στέψης	<p>Ο ανοξείδωτος υπερχειλιστής λεπτής στέψης έχει αποξηλωθεί. Αυτό έχει ως συνέπεια το κωπηλατοδρόμιο να υπερχειλίζει από τη στάθμη +0,82 μ (δηλαδή τη στάθμη του τοιχίου στήριξης του υπερχειλιστή) και όχι από τη στάθμη +1,00 μ που είναι ο σχεδιασμός του. Με άλλα λόγια από τον στίβο «λείπουν» περί τα 100.000 μ³ νερού.</p>
Θυρόφραγμα ελέγχου εκκένωσης	<p>Το ανοξείδωτο θυρόφραγμα έχει αποξηλωθεί. Στο τοιχίο προς τον υγρό στίβο υπάρχει βυθισμένη μεταλλική τάπα έμφραξης.</p>
Αγωγός υπερχείλισης - εκκένωσης	<p>Ο αγωγός υπερχείλισης ξεκινά από το φρεάτιο υπερχείλισης και μετά από ευθύγραμμη χάραξη μήκους περί τα 150 μ. εκβάλλει στον υγρότοπο. Ροή στον αγωγό δεν παρατηρήθηκε. Σε επίσκεψη παρουσία της Υπηρεσίας, χρησιμοποιήθηκε χρώμα στο φρεάτιο υπερχείλισης, το οποίο δεν ανιχνεύθηκε στην έξοδο του αγωγού. Παρόλα αυτά το νερό που υπερχειλίζει από τον στίβο δεν ξεχειλίζει το φρεάτιο υπερχείλισης και κάπου διοχετεύεται. Μία εξήγηση είναι να έχει καταστραφεί πλήρως η σωλήνωση και τα νερά της υπερχείλισης κατά κύριο λόγο διηθούνται στο υπέδαφος.</p>

• Έργο βόρειας υπερχείλισης

ΤΕΧΝΙΚΟ ΒΟΡΕΙΑΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ
Γενική εικόνα φρεατίου υπερχείλισης	<p>Το μέτωπο υπερχείλισης έχει πλήρως καλυφτεί από πυκνό καλαμώνα. Το έργο είναι μη λειτουργικό, λόγω βανδαλισμού του υπερχειλιστή λεπτής στέψης και του θυροφράγματος εκκένωσης. Με επιστολή της</p>

	<p>Υπηρεσίας, έγινε γνωστό ότι «..στο φρεάτιο υπερχειλίσσης τον Αύγουστο παρατηρήθηκε από το προσωπικό του ΦΟ.Δ.Ε.ΠΑ.Σ.Μ σημαντικός αριθμός νεκρών χελιών. Τα χέλια παγιδεύτηκαν μετά την 20η Ιουλίου, διότι η ροή του νερού από το Ολυμπιακό Κωπηλατοδρόμιο προς τον υπερχειλιστή είχε μηδενισθεί. Καθώς δεν υπήρχε τρόπος διαφυγής, πέθαναν από ασφυξία. Το ίδιο γεγονός είχε καταγραφεί και τον Σεπτέμβριο του 2009 και ίσως και άλλες χρονιές». Το φαινόμενο καταγράφηκε φωτογραφικά.</p>
Υπερχειλιστής λεπτής στέψης	<p>Ο ανοξείδωτος υπερχειλιστής λεπτής στέψης έχει αποξηλωθεί και ισχύει ότι έχουμε προαναφερθεί για τον νότιο υπερχειλιστή.</p>
Θυρόφραγμα ελέγχου εκκένωσης	<p>Το ανοξείδωτο θυρόφραγμα έχει αποξηλωθεί και φαίνεται μόνο το βάκτρο χειρισμού του.</p>
Αγωγός υπερχειλίσσης - εκκένωσης	<p>Ο αγωγός υπερχειλίσσης ξεκινά από το φρεάτιο υπερχειλίσσης και μετά από ευθύγραμμη χάραξη μήκους περί τα 100 μ. εκβάλλει στον υγρότοπο. Ροή στον αγωγό δεν παρατηρήθηκε. Κατά τα λοιπά ισχύει ότι έχει προαναφερθεί για τον νότιο υπερχειλιστή.</p>

• Προτάσεις διαχειριστικής μελέτης

Πρακτικά δεν έχει υλοποιηθεί καμία από τις προτεινόμενες παρεμβάσεις, όπως προκύπτει από την αποτύπωση των έργων στην περιοχή του υγροτόπου. Οι μόνες παρεμβάσεις που υλοποιήθηκαν είναι αυτές που σχετίζονταν άμεσα με το έργο του κωπηλατοδρομίου, δηλαδή η κατασκευή των υπερχειλιστών και των οχετών με θυροφράγματα από το κωπηλατοδρόμιο προς τον υγρότοπο.

2.3 Προτάσεις διαχείρισης και αποκατάστασης στο Εθνικό Πάρκο Σχινιά

Λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη λειτουργία του κωπηλατοδρομίου όσον αφορά στις εισερχόμενες και εξερχόμενες προς τον υγρότοπο ποσότητες υδάτων, την αξιολόγηση των λειτουργιών του υγροτόπου και της λειτουργίας των τεχνικών υδραυλικών έργων καθώς και τη διαχειριστική μελέτη του υγροτόπου, διαμορφώθηκαν προτάσεις διαχείρισης και αποκατάστασης του υγροτόπου του Εθνικού Πάρκου Σχινιά, οι οποίες παρουσιάζονται ακολούθως.

Αρ.	Σκοποί διαχείρισης Προτάσεις διαχείρισης	Η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου και της ποιότητας των υδάτων	Η μείωση της κατάτμησης του υγροτόπου	Στήριξη τροφικών πλεγμάτων	Στήριξη του πληθυσμού χελιών και της ιχθυοπανίδας	Άρση πιέσεων από ασύνετες ενέργειες στο διηνεκές	Η ενίσχυση των υπηρεσιών που παρέχει ο υγρότοπος στην τοπική κοινωνία
1	Μεταφορά της ευθύνης για το χειρισμό και τη λειτουργία όλων των υδραυλικών έργων εντός των ορίων του Εθνικού Πάρκου στο Φορέα Διαχείρισης . Η μεταφορά των αρμοδιοτήτων αυτών βρίσκεται σε συμφωνία με τον Κανονισμό Διοίκησης και Λειτουργίας του Εθνικού Πάρκου Σχινιά-Μαραθώνα (ΦΕΚ 1830Β/31.12.2001).	X	X			X	X
2	Αποκατάσταση των υδραυλικών έργων μεταφοράς νερού από τη Μακαρία Πηγή προς τον υγρότοπο.						
2.1	Καθαρισμός του έργου υδροληψίας από τη βλάστηση και φερτά υλικά.	X					
2.2	Αποκατάσταση του έργου εκτροπής-υπερχείλισης νερού προς το κωπηλατοδρόμιο.	X				X	
2.3	Αποκατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού αυτοματισμού, ρύθμισης και ελέγχου όλου του	X				X	

Αρ.	Σκοποί διαχείρισης Προτάσεις διαχείρισης	Η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου και της ποιότητας των υδάτων	Η μείωση της κατάτμησης του υγροτόπου	Στήριξη τροφικών πλεγμάτων	Στήριξη του πληθυσμού χελιών και της ιχθυοπανίδας	Άρση πιέσεων από ασύνετες ενέργειες στο διηνεκές	Η ενίσχυση των υπηρεσιών που παρέχει ο υγρότοπος στην τοπική κοινωνία
	έργου υδροδότησης του κωπηλατοδρομίου.						
2.4	Αποκατάσταση της ροής των υδάτων της Μακαρίας Πηγής προς το κωπηλατοδρόμιο, όπως αυτή προβλέπεται στον κανονισμό λειτουργίας του Εθνικού Πάρκου.	X	X	X	X	X	X
2.5	Εγκατάσταση τηλεμετρικού συστήματος παρακολούθησης ποσοτικών και ποιοτικών παραμέτρων των υδάτων από τη Μακαρία Πηγή και το κωπηλατοδρόμιο έως και τον υγρότοπο.	X				X	
3	Αποκατάσταση των υδραυλικών έργων μεταφοράς νερού από το κωπηλατοδρόμιο προς τον υγρότοπο.						
3.1	Καθαρισμός από τη βλάστηση του μετώπου υπερχειλίσσης, αποκατάσταση της στέψης του υπερχειλιστή καθώς και του αγωγού υπερχειλίσσης και απαγωγής των υδάτων στον	X		X	X		X

Αρ.	Σκοποί διαχείρισης Προτάσεις διαχείρισης	Η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου και της ποιότητας των υδάτων	Η μείωση της κατάτμησης του υγροτόπου	Στήριξη τροφικών πλεγμάτων	Στήριξη του πληθυσμού χελιών και της ιχθυοπανίδας	Άρση πιέσεων από ασύνετες ενέργειες στο διηνεκές	Η ενίσχυση των υπηρεσιών που παρέχει ο υγρότοπος στην τοπική κοινωνία
	υγρότοπο.						
3.2	Καθαρισμός από τη βλάστηση του μετώπου υπερχειλίσσης, αποκατάσταση της στέψης του υπερχειλιστή καθώς και του αγωγού υπερχειλίσσης και απαγωγής των υδάτων στον υγρότοπο.	X		X	X		X
4	Αποξήλωση της οδού Κωνσταντινουπόλεως για την υδρολογική ενοποίηση όλου του υγροτόπου.	X	X				
5	Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας.						
5.1	Κατασκευή της κύριας αντιπλημμυρικής τάφρου με κατάλληλες προδιαγραφές για την ελαχιστοποίηση της απόθεσης φερτών εντός του υγροτόπου.	X		X			X
5.2	Καθαρισμός της Β. και Ν. αντιπλημμυρικής τάφρου σε ετήσια βάση.	X		X			X
6	Έργα υγροτόπου						

Αρ.	Σκοποί διαχείρισης Προτάσεις διαχείρισης	Η βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου και της ποιότητας των υδάτων	Η μείωση της κατάτμησης του υγροτόπου	Στήριξη τροφικών πλεγμάτων	Στήριξη του πληθυσμού χελιών και της ιχθυοπανίδας	Άρση πιέσεων από ασύνετες ενέργειες στο διηνεκές	Η ενίσχυση των υπηρεσιών που παρέχει ο υγρότοπος στην τοπική κοινωνία
6.1	Παρακολούθηση υδρολογικών παραμέτρων του υδατικού ισοζυγίου του υγροτόπου (στάθμες, παροχές) σε συγκεκριμένες θέσεις.	X				X	
6.2	Μηνιαία καταγραφή των κατακλυσμένων επιφανειών με τη χρήση drone και ορθοφωτοχαρτών.	X		X	X	X	
6.3	Επικαιροποίηση του ψηφιακού ανάγλυφου του υγροτόπου.	X				X	
6.4	Υδρολογική προσομοίωση του υγροτόπου για την αποτύπωση της υδρολογικής του συμπεριφοράς και την ανάληψη περαιτέρω παρεμβάσεων.	X				X	
6.5	Μελέτη του πληθυσμού χελιών και της ιχθυοπανίδας στον υγρότοπο.			X	X		

Βιβλιογραφία

- Εφημερίς της Κυβερνήσεως. 2001. Απόφαση 32473/7718-Κανονισμός Διοίκησης και Λειτουργίας του Εθνικού Πάρκου Σχινιά-Μαραθώνα (Ν. Αττικής) και Σχέδιο Διαχείρισης αυτού. Τεύχος Δεύτερο. Αρ. Φύλλου 1830.
- Παπαγρηγορίου, Σπ κ.ά., 2001. Διαχειριστική Μελέτη Βιοτόπου Σχινιά - Μαραθώνα. Οργανισμός Αθήνας Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος. Αθήνα.
- Κατσαβούνη, Σωτηρία και Μ. Σεφερλής. 2014. Αξιολόγηση λειτουργιών και αξιών των υγροτόπων της Αττικής. ΕΚΒΥ. Θεσσαλονίκη. 130 σελ.
- Adamus, P.R., E.J. Clarain, Jr., R.D. Smith, and R.E. Young. 1987. Wetland Evaluation Technique (WET), Volume II: Methodology. US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi. Operational Draft Technical Report Y-87 and Federal Highway Administration (FHWA-IP-88-029).
- ADENS A.E., 2016. Αξιολόγηση των τεχνικών υποδομών στη διαχείριση των υδάτων του Εθνικού Πάρκου Σχινιά Μαραθώνα. Τεχνική Έκθεση. Αθήνα.
- Danish Hydraulic Institute, 2002. MIKE 11 a Modelling System for Rivers and Channels. User Guide.
- ENVECO A.E., 1999. Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Κέντρου Κωπηλασίας και Κανό στον Σχινιά του Δήμου Μαραθώνα. ΟΕΟΑ «ΑΘΗΝΑ 2004».